

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-242594

(43) 公開日 平成8年(1996)9月17日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 P 5/41	3 0 2		H 0 2 P 5/41	3 0 2 J
H 0 2 M 7/48		9181-5H	H 0 2 M 7/48	J
H 0 2 P 7/63	3 0 2		H 0 2 P 7/63	3 0 2 M

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平7-42215

(22) 出願日 平成7年(1995)3月2日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 宮崎 聖

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝

府中工場内

(72) 発明者 結城 和明

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝

府中工場内

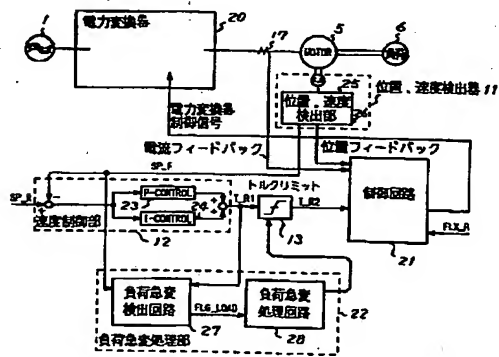
(74) 代理人 弁理士 則近 憲佑

(54) 【発明の名称】 電力変換装置

(57) 【要約】

【目的】 負荷急変によって引き起こされる電動機の手度変動や直流電圧変動を抑制できる電力変換装置を提供することを目的とする。

【構成】 交流電源から得られる交流電力を任意の周波数と任意の電圧に変換して電動機の手度制御を行う電力変換装置において、負荷急減を検出すると直ちに電動機トルク基準の上限値を零にし、負荷急増を検出すると直ちに電動機トルク基準の下限値を零にすることにより、負荷急変時に発生する電動機の手度変動を抑制する。



(2)

・【特許請求の範囲】

【請求項1】 交流電源から得られる交流電力を任意の周波数と任意の電圧に変換して電動機¹の速度制御を行う電力変換器と、この電力変換器の出力側に設けられた電流検出手段と、前記電動機の回転子位置および速度を検出する位置速度検出手段と、この位置速度検出手段からの速度フィードバック信号と予め設定された速度基準とに基づいて前記電動機のトルク基準を計算する速度制御手段と、この速度制御手段から出力されるトルク基準に上限値を与えるトルクリミットと、負荷急変を検出する負荷急変検出手段と、この負荷急変検出手段からの負荷急変信号に基づいて負荷急減のときには前記トルクリミットの上限値を零にし、負荷急増のときには前記トルクリミットの下限値を零にする負荷急変処理手段と、前記トルクリミットからのトルク基準と前記位置速度検出手段から出力される位置フィードバック信号と前記電流検出手段からの電流フィードバック信号と予め設定された前記電動機の磁束基準とに基づいて前記電動機を駆動するのに必要な電圧と周波数を計算して前記電力変換器を制御する電力変換器制御信号を出力する制御手段とを具備したことを特徴とする電力変換装置。

【請求項2】 交流電源から得られる交流電力を任意の周波数と任意の電圧に変換して電動機²の速度制御を行う電力変換器と、この電力変換器の出力側に設けられた電流検出手段と、前記電動機の回転子位置および速度を検出する位置速度検出手段と、この位置速度検出手段からの速度フィードバック信号と予め設定された速度基準とに基づいて比例積分により前記電動機のトルク基準を計算する速度制御手段と、負荷急変を検出する負荷急変検出手段と、この負荷急変検出手段からの負荷急変信号に基づいて負荷急減または負荷急増のときには前記速度制御手段の積分値を零にする負荷急変処理手段と、前記トルク基準と前記位置速度検出手段からの位置フィードバック信号と前記電流検出手段からの電流フィードバック信号と予め設定された前記電動機の磁束基準とに基づいて前記電動機を駆動するのに必要な電圧と周波数を計算して前記電力変換装置を制御する電力変換装置制御信号を出力する制御手段とを具備したことを特徴とする電力変換装置。

【請求項3】 サイリスタ素子を逆並列に接続したものをブリッジ構成にし、交流電源から得られる交流電力を任意の直流電圧に変換する逆並列型サイリスタコンバータ手段とこの逆並列型サイリスタコンバータの出力直流電圧を平滑化する直流平滑コンデンサとこの直流平滑コンデンサから得られる直流電圧を任意の周波数と任意の交流電圧に変換する逆変換器とを有し、電動機の速度制御を行う電力変換器と、この電力変換器の出力側に設けられた電流検出手段と、前記直流平滑コンデンサからの電圧を検出する電圧検出手段と、予め設定された前記逆並列型サイリスタコンバータの出力電圧基準と前記電圧検

2
出手段からの電圧フィードバック信号とに基づいて逆並列型サイリスタコンバータ制御信号を出力する逆並列型サイリスタコンバータ制御手段と、前記電動機の回転子位置および速度を検出する位置速度検出手段と、この位置速度検出手段からの速度フィードバック信号と予め設定された速度基準とに基づいて前記電動機のトルク基準を計算する速度制御手段と、この速度制御手段からのトルク基準に傾きを与えるトルクレート手段と、負荷急変を検出する負荷急変検出手段と、この負荷急変検出手段からの負荷急変信号が負荷急減を示すときには前記トルクレート手段の傾きを大きく設定し、これ以外のときはトルクレート手段の傾きを零に設定する負荷急変処理手段と、前記トルク基準と前記位置速度検出手段からの位置フィードバック信号と前記電流検出手段からの電流フィードバック信号と予め設定された前記電動機の磁束基準とに基づいて前記電動機を駆動するのに必要な電圧と周波数を計算して前記電力変換器を制御する電力変換器制御信号を出力する制御手段とを具備したことを特徴とする電力変換装置。

10
20
【請求項4】 サイリスタ素子を逆並列に接続したものをブリッジ構成にし、交流電源から得られる交流電力を任意の直流電圧に変換する逆並列型サイリスタコンバータ手段とこの逆並列型サイリスタコンバータの出力直流電圧を平滑化する直流平滑コンデンサとこの直流平滑コンデンサから得られる直流電圧を任意の周波数と任意の交流電圧に変換する逆変換器とを有し、電動機の速度制御を行う電力変換器と、この電力変換器の出力側に設けられた電流検出手段と、前記直流平滑コンデンサの電圧を検出する電圧検出手段と、前記電動機の回転子位置および速度を検出する位置速度検出手段と、この位置速度検出手段からの速度フィードバック信号と予め設定された速度基準とに基づいて前記電動機のトルク基準を計算する速度制御手段と、負荷急変を検出する負荷急変検出手段と、この負荷急変検出手段からの負荷急変信号と前記速度フィードバック信号と前記トルク基準とに基づいて、負荷急減および負荷急増でないときには前記速度フィードバック信号と前記トルク基準とに基づいて前記逆変換器の出力電力を計算して出力し、負荷急減および負荷急増のときには所定の値を出力する逆変換器出力電力計算手段と、前記逆並列型サイリスタコンバータの出力電圧基準と前記電圧検出手段からの電圧フィードバック信号と逆変換装置出力電力計算手段から出力される出力電力信号とに基づいて逆並列型サイリスタコンバータ制御信号を出力する逆並列型サイリスタコンバータ制御部と、前記トルク基準と前記位置速度検出手段から出力される位置フィードバック信号と前記電流検出手段からの電流フィードバック信号と予め設定された前記電動機の磁束基準とに基づいて前記電動機を駆動するのに必要な電圧と周波数を計算して前記電力変換器を制御する電力変換器制御信号を出力する制御手段とを具備したことを

50

(3)

・を特徴とする電力変換装置。

【請求項 5】 前記負荷急変検出手段は、前記位置速度検出手段からの速度フィードバック信号の現在値と前回値との差分値が速度フィードバックの極性が正のときには第 1 の所定値以上でトルク基準の差分値の絶対値が第 2 の所定値以下のときに負荷急減とし、速度フィードバックの極性が負のときには前記第 1 の所定値の逆極性値以下でトルク基準の差分値の絶対値が前記第 2 の所定値以下のときに負荷急増とすることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の電力変換装置。

【請求項 6】 前記負荷急変検出手段は、前記位置速度検出手段からの速度フィードバック信号の現在値と前回値との差分値が速度フィードバックの極性が正のときには第 1 の所定値以上で速度基準にフィルタ処理したときの速度フィードバック信号の現在値と前回値との差分値の絶対値が第 2 の所定値以下のときに負荷急減とし、速度フィードバックの極性が負のときには前記第 1 の所定値の逆極性値以下で速度基準にフィルタ処理したときの速度フィードバック信号の現在値と前回値との差分値の絶対値が前記第 2 の所定値以下のときに負荷急増とすることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電動機を可変速駆動するための電力変換装置に係り、特に負荷急変時に発生する速度変動や直流電圧変動を抑制する回路を備えた電力変換装置の制御方式に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の電動機の世界制御を行う電力変換装置は、例えば、図 10 に示すように、交流電源 1 から得られる交流電力をサイリスタ素子を逆並列に接続しブリッジ構成にし、任意の直流電圧に変換する逆並列型サイリスタコンバータ 2 と、前記逆並列型サイリスタコンバータ 2 の出力直流電圧を平滑化する直流平滑コンデンサ 3 と、前記直流平滑コンデンサ 3 から得られる直流電圧を任意の周波数と任意の交流電圧に変換する逆変換装置 4 からなり、電動機 5 を駆動させ、負荷 6 に動力を伝える。

【0003】この変換装置の制御回路は、上記電動機の回転子位置および速度を検出する位置速度検出器 11 からの速度フィードバック信号と電動機の速度基準から電動機のトルク基準を計算する速度制御部 12 と、上記速度制御部 12 から出力されるトルク基準に上限値、下限値を与えるトルクリミット 13 と、速度フィードバックとトルク基準から逆変換装置出力電力を計算する逆変換装置出力電力計算部 14 と、上記逆並列型サイリスタコンバータの出力電圧基準と上記直流平滑コンデンサ 3 の電圧を検出する電圧検出器 15 からの電圧フィードバック信号と上記逆変換装置出力電力計算部 14 から出力さ

れる出力電力信号から逆並列型サイリスタコンバータ制御信号を出力する逆並列型サイリスタコンバータ制御部 16 と、上記トルク基準と上記位置速度検出器 11 から出力される位置フィードバック信号と上記逆変換装置の出力に設けられた電流検出器 17 からの電流フィードバックと電動機の磁束基準とから電動機 5 を駆動するのに必要な電圧と周波数を計算して上記逆変換装置 4 を制御する逆変換装置制御信号を出力する制御回路 18 と、直流電圧フィードバック値が装置の許容範囲を越えると、上記トルクリミットの上限値、下限値の設定を変更して直流電圧変動を抑制する直流電圧変動抑制部 19 とから構成される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、この制御では、直流電圧が変動した後に直流電圧変動を抑制しようとするため制御が遅れるので、十分な効果が期待できないことがあった。よって、本発明は、負荷急変が発生したときに、いち早く負荷急変を検出でき、負荷急変によって引き起こされる電動機の世界変動や直流電圧変動を抑制できる電力変換装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項 1 に係る電力変換装置では、交流電源から得られる交流電力を任意の周波数と任意の電圧に変換して電動機の世界制御を行う電力変換器と、この電力変換器の出力側に設けられた電流検出手段と、前記電動機の回転子位置および速度を検出する位置速度検出手段と、この位置速度検出手段からの速度フィードバック信号と予め設定された速度基準とに基づいて前記電動機のトルク基準を計算する速度制御手段と、この速度制御手段から出力されるトルク基準に上限値を与えるトルクリミットと、負荷急変を検出する負荷急変検出手段と、この負荷急変検出手段からの負荷急変信号に基づいて負荷急減のときには前記トルクリミットの上限値を零にし、負荷急増のときには前記トルクリミットの下限値を零にする負荷急変処理手段と、前記トルクリミットからのトルク基準と前記位置速度検出手段から出力される位置フィードバック信号と前記電流検出手段からの電流フィードバック信号と予め設定された前記電動機の磁束基準とに基づいて前記電動機を駆動するのに必要な電圧と周波数を計算して前記電力変換器を制御する電力変換器制御信号を出力する制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0006】請求項 2 に係る電力変換装置では、交流電源から得られる交流電力を任意の周波数と任意の電圧に変換して電動機の世界制御を行う電力変換器と、この電力変換器の出力側に設けられた電流検出手段と、前記電動機の回転子位置および速度を検出する位置速度検出手段と、この位置速度検出手段からの速度フィードバック信号と予め設定された速度基準とに基づいて比例積分により前記電動機のトルク基準を計算する速度制御手段

(4)

5

と、負荷急変を検出する負荷急変検出手段と、この負荷急変検出手段からの負荷急変信号に基づいて負荷急減または負荷急増のときには前記速度制御手段の積分値を零にする負荷急変処理手段と、前記トルク基準と前記位置速度検出手段からの位置フィードバック信号と前記電流検出手段からの電流フィードバック信号と予め設定された前記電動機の磁束基準とに基づいて前記電動機を駆動するのに必要な電圧と周波数を計算して前記電力変換装置を制御する電力変換装置制御信号を出力する制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0007】請求項3に係る電力変換装置では、サイリスタ素子を逆並列に接続したものをブリッジ構成にし、交流電源から得られる交流電力を任意の直流電圧に変換する逆並列型サイリスタコンバータ手段とこの逆並列型サイリスタコンバータの出力直流電圧を平滑化する直流平滑コンデンサとこの直流平滑コンデンサから得られる直流電圧を任意の周波数と任意の交流電圧に変換する逆変換器とを有し、電動機の速度制御を行う電力変換器と、この電力変換器の出力側に設けられた電流検出手段と、前記直流平滑コンデンサの電圧を検出する電圧検出手段と、予め設定された前記逆並列型サイリスタコンバータの出力電圧基準と前記電圧検出手段からの電圧フィードバック信号とに基づいて逆並列型サイリスタコンバータ制御信号を出力する逆並列型サイリスタコンバータ制御手段と、前記電動機の回転子位置および速度を検出する位置速度検出手段と、この位置速度検出手段からの速度フィードバック信号と予め設定された速度基準とに基づいて前記電動機のトルク基準を計算する速度制御手段と、この速度制御手段からのトルク基準に傾きを与えるトルクレート手段と、負荷急変を検出する負荷急変検出手段と、この負荷急変検出手段からの負荷急変信号が負荷急減を示すときには前記トルクレート手段の傾きを大きく設定し、これ以外のときはトルクレート手段の傾きを零に設定する負荷急変処理手段と、前記トルク基準と前記位置速度検出手段からの位置フィードバック信号と前記電流検出手段からの電流フィードバック信号と予め設定された前記電動機の磁束基準とに基づいて前記電動機を駆動するのに必要な電圧と周波数を計算して前記電力変換器を制御する電力変換器制御信号を出力する制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0008】請求項4に係る電力変換装置では、サイリスタ素子を逆並列に接続したものをブリッジ構成にし、交流電源から得られる交流電力を任意の直流電圧に変換する逆並列型サイリスタコンバータ手段とこの逆並列型サイリスタコンバータの出力直流電圧を平滑化する直流平滑コンデンサとこの直流平滑コンデンサから得られる直流電圧を任意の周波数と任意の交流電圧に変換する逆変換器とを有し、電動機の速度制御を行う電力変換器と、この電力変換器の出力側に設けられた電流検出手段と、前記直流平滑コンデンサの電圧を検出する電圧検出

6

手段と、前記電動機の回転子位置および速度を検出する位置速度検出手段と、この位置速度検出手段からの速度フィードバック信号と予め設定された速度基準とに基づいて前記電動機のトルク基準を計算する速度制御手段と、負荷急変を検出する負荷急変検出手段と、この負荷急変検出手段からの負荷急変信号と前記速度フィードバック信号と前記トルク基準とに基づいて、負荷急減および負荷急増でないときには前記速度フィードバック信号と前記トルク基準とに基づいて前記逆変換器の出力電力を計算して出力し、負荷急減および負荷急増のときには所定の値を出力する逆変換器出力電力計算手段と、前記逆並列型サイリスタコンバータの出力電圧基準と前記電圧検出手段からの電圧フィードバック信号と逆変換装置出力電力計算手段から出力される出力電力信号とに基づいて逆並列型サイリスタコンバータ制御信号を出力する逆並列型サイリスタコンバータ制御部と、前記トルク基準と前記位置速度検出手段から出力される位置フィードバック信号と前記電流検出手段からの電流フィードバック信号と予め設定された前記電動機の磁束基準とに基づいて前記電動機を駆動するのに必要な電圧と周波数を計算して前記電力変換器を制御する電力変換器制御信号を出力する制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0009】請求項5に係る電力変換装置では、請求項1乃至4のいずれかに記載の負荷急変検出手段は、位置速度検出手段からの速度フィードバック信号の現在値と前回値との差分値が速度フィードバックの極性が正のときには第1の所定値以上でトルク基準の差分値の絶対値が第2の所定値以下のときに負荷急減とし、速度フィードバックの極性が負のときには前記第1の所定値の逆極性値以下でトルク基準の差分値の絶対値が前記第2の所定値以下のときに負荷急増とすることを特徴とする。

【0010】請求項6に係る電力変換装置では、請求項1乃至4のいずれかに記載の負荷急変検出手段は、位置速度検出手段からの速度フィードバック信号の現在値と前回値との差分値が速度フィードバックの極性が正のときには第1の所定値以上で速度基準にフィルタ処理したときの速度フィードバック信号の現在値と前回値との差分値の絶対値が第2の所定値以下のときに負荷急減とし、速度フィードバックの極性が負のときには前記第1の所定値の逆極性値以下で速度基準にフィルタ処理したときの速度フィードバック信号の現在値と前回値との差分値の絶対値が前記第2の所定値以下のときに負荷急増とすることを特徴とする。

【0011】

【作用】請求項1に記載の電力変換装置では、負荷急減を検出すると直ちに電動機トルク基準の上限值を零にし、負荷急増を検出すると直ちに電動機トルク基準の下限值を零にすることにより、負荷急変時に発生する電動機の速度変動を抑制することができる。

【0012】請求項2に記載の電力変換装置では、負荷

(5)

急減または負荷急増を検出すると直ちに電動機速度制御部の積分値を零にクリアすることにより、負荷急変時に発生する電動機速度変動を抑制することができる。

【0013】請求項3に記載の電力変換装置では、負荷急減を検出すると直ちにトルクレートの傾きを大きく設定することにより、負荷急減時に発生する直流電圧変動を抑制することができる。

【0014】請求項4に記載の電力変換装置では、負荷急減を検出したときは逆変換装置出力電力計算手段では負極性の固定電力値を出力電力信号として前記逆並列型サイリスタコンバータ制御部に出力して逆並列型サイリスタコンバータの出力直流電圧を低くすることで、負荷急減時に発生する直流電圧変動を抑制することができ、負荷急増を検出したときは逆変換装置出力電力計算手段では正極性の固定電力値を出力電力信号として前記逆並列型サイリスタコンバータ制御部に出力して逆並列型サイリスタコンバータの出力直流電圧を高くすることで、負荷急増時に発生する直流電圧変動を抑制することができる。

【0015】請求項5に記載の電力変換装置では、速度フィードバック信号の現在値と前回値との差分値が速度フィードバックの極性が正のときには第1の所定値以上でトルク基準の差分値の絶対値が第2の所定値a以下のときに負荷急減とし、速度フィードバックの極性が負のときには第1の所定値の逆極性値以下でトルク基準の差分値の絶対値が第2の所定値以下のときに負荷急増として検出する。

【0016】請求項6に記載の電力変換装置では、速度フィードバック信号の現在値と前回値との差分値が速度フィードバックの極性が正のときには第1の所定値以上で速度基準にフィルタ処理したときの速度フィードバック信号の現在値と前回値との差分値の絶対値が第2の所定値以下のときに負荷急減とし、速度フィードバックの極性が負のときには第1の所定値の逆極性値以下で速度基準にフィルタ処理したときの速度フィードバック信号の現在値と前回値との差分値の絶対値が第2の所定値以下のときに負荷急増として検出する。

【0017】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1は、本発明の第1の実施例の概略構成を示すブロック図である。第1の実施例では、交流電源1から得られる交流電力を電力変換器20により任意の周波数と任意の交流電圧変換して、電動機5を駆動させ、負荷6に動力を伝える。

【0018】ここで、電力変換器20にはサイクロコンバータ、電圧型インバータ、電流型インバータ等が適用できる。この電力変換装置の制御回路は、上記電動機5の回転子位置および速度を検出する位置速度検出器11からの速度フィードバック信号と電動機5の速度基準から電動機のトルク基準を計算する速度制御部12と、上記速

8

度制御部12から出力されるトルク基準に上限値、下限値を与えるトルクリミット13と、上記トルク基準と上記位置速度検出器11から出力される位置フィードバック信号と上記電力変換器の出力に設けられた電流検出器17からの電流フィードバックと電動機5の磁束基準とから電動機5を駆動するのに必要な電圧と周波数を計算して上記電力変換器20を制御する逆変換器制御信号を出力する制御回路21と、速度フィードバック信号と速度制御部12の出力であるトルク基準とからトルクリミット13の上限値、下限値を制御する負荷急変処理部22とから構成される。

【0019】速度制御部12では、速度基準SP-Rと速度フィードバックSP-Fから比例器23と積分器24で比例積分(PI)制御してトルク基準T-R1を発生することによって電動機速度が制御される。速度フィードバックは、位置速度検出器11から得られる。位置速度検出器11は電動機の回転子位置を検出するレゾルバ25と回転子位置フィードバックを微分して速度を演算する位置速度検出部26とから成る。

【0020】負荷急変処理部22は負荷急変検出回路27と負荷急変処理回路28から成り、負荷急変検出回路27では、図2に示すように、速度フィードバックの前回値との差分d-SP-Fと、速度制御部12の出力であるトルク基準T-R1の前回値との差分d-T-Rから負荷急増、負荷急減を検出する。すなわち、図3に示すように速度基準SP-Rが増加したことによって、速度フィードバックSP-Fが増加する場合は、まずトルク基準T-R1が増加して、次に速度フィードバックが増加する。これに対して、負荷が急増した場合は、まず速度フィードバックが減少し、次に速度を元に戻すためにトルク基準が増加する。負荷が急減した場合も同様である。したがって、図2に示すように、差分d-T-Rの絶対値が固定値aよりも小さいときに、差分d-SP-Fが固定値bよりも大きければ負荷急減を検出したとして、FLG-LOADを「1」にセットする。同様に差分d-SP-Fが固定値-bよりも小さければ、負荷急増を検出したとして、FLG-LOADを「-1」にセットする。上記の2種類の状態にあてはまらない場合は負荷急変がなかったとしてFLG-LOADを「0」にセットする。ここで、a、bは負荷急変の誤検出を防止するための百分率数値で、 $a < b$ である。

【0021】負荷急変処理回路28では、負荷急変検出回路27からのFLG-LOAD信号の値によって次の処理を行う。

【0022】FLG-LOAD=-1（負荷急増）：トルクリミット13の下限値を「0」にする。

FLG-LOAD=0（負荷急変無）：トルクリミット13の上下限値を通常状態に戻す。

FLG-LOAD=1（負荷急減）：トルクリミット13の上限値を「0」にする。

【0023】そして、トルクリミットによって上下限値

(6)

9

を与えられたトルク基準 $T-R2$ と、電力変換器20の出力に設けられた電流検出器16からの電流フィードバックと位置速度検出器11からの位置フィードバックと磁束基準 $FLX-R$ とが制御回路21に入力されて、電力変換器制御信号を出力し、電動機5と電動機5に直結された負荷6を駆動している。

【0024】以上のように構成された第1の実施例によれば、以下のような作用効果が得られる。例えば、負荷6が急減した場合には先ず速度フィードバック $SP-F$ が増加する。この時の速度増加は、負荷急減前の負荷トルクが、実際の負荷が急減したことによって、電動機の加速トルクに代わってしまうために生じる。したがって、負荷急減を検出すると直ちに正側のトルクを出力しないようにすることが必要である。そこで、負荷急変検出回路27で負荷急減を検出すると直ちに負荷急変処理回路28でトルクリミットの上限值を「0」にセットすることで、加速トルクを発生させることがなくなり、電動機がオーバースピードになることを防止することができる。負荷急増の場合も負荷急減の場合と同様であり、以上の処理によって、負荷急変時の速度変動を抑制することが

【0025】次に、本発明の第2の実施例について説明する。図4は、本発明の第2の実施例の概略構成を示すブロック図である。第2の実施例は、第1の実施例とは、負荷急変検出回路27の検出方式が異なるのみで、その他の部分は第1の実施例と同様であるので、ここでは負荷急変検出回路27の部分のみを説明する。

【0026】負荷急変検出回路27の詳細を図5に示す。すなわち、速度フィードバック $SP-F$ の前回値との差分 $d-SP-F$ と、速度基準 $SP-R$ にフィルタ処理を施した後で前回値との差分 $d-SP-R$ を計算する。速度基準 $SP-R$ に施すフィルタ処理のフィルタ時定数は、電動機5の速度応答時間以上に設定してある。

【0027】図6に示すように、速度基準 $SP-R$ が増加したことにより、速度フィードバック $SP-F$ が増加する場合には、速度フィードバック $SP-F$ とフィルタ処理を施した速度基準 $SP-R1$ が同じような波形になり、さらに差分 $d-SP-R$ が増加してから速度フィードバック $SP-F$ が増加することになる。これに対して、負荷急変の場合は速度基準 $SP-R$ には変化がないにもかかわらず、速度フィードバック $SP-F$ のみが急変する。この現象を利用して、負荷急変タイミングを検出する方式を図5のフローチャートに示す。すなわち、差分 $d-SP-R$ の絶対値が固定値 a よりも小さく、かつ差分 $d-SP-F$ が固定値 $-b$ よりも小さい場合は負荷急増を検出したとして、 $FLG-LOAD=-1$ にする。差分 $d-SP-R$ の絶対値が固定値 a よりも小さく、かつ差分 $d-SP-F$ が固定値 b よりも大きい場合は負荷急減を検出したとして、 $FLG-LOAD=1$ にする。上記以外の場合は、負荷急変無しとして $FLG-LOAD=0$ にする。ここで、 a 、 b は負荷急変の誤検出を防止するための百分率数値で、 a

10

=略0かつ $a < b$ である。

【0028】よって、以上のように構成された第2の実施例によれば、第1の実施例と同様の作用効果が得られる。次に、本発明の第3の実施例について説明する。

【0029】図7は、本発明の第3の実施例の概略構成を示すブロック図である。第3の実施例では、交流電源1から得られる交流電力を電力変換器20により任意の周波数と任意の交流電圧に変換して、電動機5を駆動させ、負荷6に動力を伝える。

【0030】ここで、電力変換器20にはサイクロコンバータ、電圧型インバータ、電流型インバータ等が適用できる。この電力変換装置の制御回路は、上記電動機の回転子位置および速度を検出する位置速度検出器11からの速度フィードバック信号と電動機5の速度基準から電動機5のトルク基準を計算する速度制御部31と、上記トルク基準と前記位置速度検出器11から出力される位置フィードバック信号と上記電力変換器20の出力に設けられた電流検出器17からの電流フィードバックと電動機5の磁束基準とから電動機5を駆動するのに必要な電圧と周波数を計算して上記電力変換器20を制御する電力変換器制御信号を出力する制御回路32と、速度フィードバック信号と速度制御部31の出力であるトルク基準とから速度制御部31の積分値を制御する負荷急変処理部33とから構成される。

【0031】第3の実施例は、第1および第2の実施例では、負荷急変処理部がトルクリミットの上限值、下限値を制御していたのに対し、速度制御部31の積分値を制御するようにしたものである。

【0032】速度制御部31の比例器34の出力は、例えば負荷急減が発生すると直ちに負の値となる。これに対して積分器35では、負荷急減発生前までに積分された値が正ならば、この値を初期値として負方向への積分が開始されるために、積分器35の出力は瞬時に負にはならない。

【0033】よって、第3の実施例では、負荷急変を検出すると直ちに速度制御の積分器35の積分値を零にクリアする。以上のように構成された第3の実施例によれば、第1および第2の実施例と同様の作用効果が得られる。

【0034】次に、本発明の第4の実施例について説明する。図8は、本発明の第4の実施例の概略構成を示すブロック図である。第4の実施例では、交流電源1から得られる交流電力をサイリスタ素子を逆並列に接続しブリッジ構成にし、任意の直流電圧に変換する逆並列型サイリスタコンバータ2と、前記逆並列型サイリスタコンバータ2の出力直流電圧を平滑化する直流平滑コンデンサ3と、前記直流平滑コンデンサ3から得られる直流電圧を任意の周波数と任意の交流電圧に変換する逆変換器4からなり、電動機5を駆動させ、負荷6に動力を伝える。

50

(7)

11

・【0035】この電力変換装置の制御回路は、上記電動機
の回転子位置および速度を検出する位置速度検出器1
1からの速度フィードバック信号と電動機12の速度基準から
電動機12のトルク基準を計算する速度制御部12と、上記速度
制御部12から出力されるトルク基準に傾きを与えるトルク
レート41と、上記逆並列型サイリスタコンバータの出力電
圧基準と上記直流平滑コンデンサ3の電圧を検出する電圧
検出器16からの電圧フィードバック信号と逆並列型サイ
リスタコンバータ制御部42と、上記トルク基準と上記位置
速度検出器11から出力される位置フィードバック信号と
上記電力変換器の出力に設けられた電流検出器17からの電
流フィードバックと電動機12の磁束基準とから電動機12
を駆動するのに必要な電圧と周波数を計算して上記逆変換
器4を制御する逆変換器制御部43と、速度フィードバック
信号と速度制御部12の出力であるトルク基準とからトルク
レートの傾きを制御する負荷急変処理部44とから構成され
る。

【0036】速度制御部12では、速度基準SP-Rと速度
フィードバックSP-Fから比例器23と積分器24で比例積分
(PI)制御してトルク基準T-R1を発生することによって
電動機速度が制御される。速度フィードバックは、位置
速度検出器11から得られる。位置速度検出器11は電動機
の回転子位置を検出するレゾルバ25と回転子位置フィード
バックを微分して速度を演算する位置速度検出部26とから
成る。

【0037】負荷急変処理部44は負荷急変検出回路45と
負荷急変処理回路46から成り、負荷急変検出回路45では、
第2の実施例でも示した図6に示すように、速度フィード
バックの前回値との差分 $d\text{-SP-F}$ と、速度制御部12の出力
であるトルク基準T-R1の前回値との差分 $d\text{-T-R}$ から負荷
急増、負荷急減を検出する。

【0038】負荷急変処理回路46では、負荷急変検出回
路45からのFLG-LOAD信号の値によって次の処理を行う。

【0039】FLG-LOAD=-1(負荷急増):トルクレート41
の傾きを「0」に戻す。

FLG-LOAD=0(負荷急変無):トルクレート41の傾きを
「0」に戻す。

FLG-LOAD=1(負荷急減):トルクレート41の傾きを
大きく設定する。

例えば圧延機のミルを考えた場合、負荷急増は材料をミ
ルが噛み込む時に発生し、負荷急減は材料がミルから抜
けるときに発生する。ミルが材料を噛み込んだ直後は、ミ
ルの速度はいち早く所定速度に戻す必要があるために、トル
クレートの傾きは「0」の方が良い。またこのときは、速
度が低下する方向なので、電動機の運動エネルギーも一
時的に減少しており、装置全体の安全性を考えた場合、
安全方向に移行しているの、素早く所定速度に戻

12

するために、トルク基準をステップ状に与えても問題ない。

【0040】これに対して、ミルから材料が抜けた直後はミ
ルが無負荷になるために、いち早くミル速度を所定速度に
戻す必要がない。また、このときは速度が上昇するので、
電動機の運動エネルギーも一時的に増加しており、この運
動エネルギーを一気に回生すると、直流電圧が過電圧にな
る可能性がある。

【0041】以上のことから、負荷急減を検出した時のみ、
トルクレート41の傾きを大きく設定するのである。この設
定の方式は、負荷の種類や電動機の運転状況等に左右され
るため、これらの状況に応じて臨機応変に対応することが可
能であるが、ここでは代表的な例として圧延機のミルの場
合を取りあげて説明した。

【0042】そして、トルクレート41の出力であるトルク
基準T-R3と、逆変換器4の出力に設けられた電流検出器
17からの電流フィードバックと位置速度検出器11からの位
置フィードバックと、磁束基準FLX-Rが制御回路43に入力
されて、逆変換器制御部43を出力し、電動機5と電動機
5に直結された負荷6を駆動している。

【0043】以上のように構成された第4の実施例によれば、
以下のような作用効果が得られる。例えば、負荷6が急減
した場合には先ず速度フィードバックSP-Fが増加する。こ
の時の速度増加は、負荷急減前の負荷トルクが、実際の負
荷が急減したことによって、電動機の加速トルクに代わっ
てしまうために生じる。電動機速度が増加すると、速度制
御部12によって、電動機速度を速度基準まで戻そうとし
てトルク基準T-R1が正極性から負極性へと急減する。こ
れは、電動機5が負荷急減を境にして、力行状態から回生
状態に急変することを意味する。電動機5が回生状態にな
るので、回生エネルギーが直流平滑コンデンサ3を充電す
る。

【0044】このとき、逆並列型サイリスタコンバータ2
も直ちに力行運転から回生運転に移行できれば何等問題
はないが、逆並列型サイリスタコンバータ2では、力行運
転から回生運転に移行するまでには、無駄時間が必ず発生
するために、移行に時間がかかる。

【0045】速度制御部12の出力であるトルク基準T-R1
は急激に正から負へ変化しているが、トルクレート41によ
って、このトルク基準の変化率に制限がかけられるので、
電動機5の回生エネルギーは緩やかに直流平滑コンデンサ
3を充電するので、直流過電圧になることが防止できる。

【0046】負荷急増の場合にも、トルクレート41の傾きを
大きく設定できる負荷の場合は、負荷急減の場合と同様の
効果が得られる。以上のことから、本実施例によって、負
荷急変時に発生する直流電圧変動を抑制することができる。

【0047】次に、本発明の第5の実施例について説明す
る。図5は、本発明の第5の実施例の概略構成を示す

(8)

13

ブロック図である。第5の実施例では、交流電源1から得られる交流電力をサイリスタ素子を逆並列に接続しブリッジ構成にし、任意の直流電圧に変換する逆並列型サイリスタコンバータ2と、前記逆並列型サイリスタコンバータ2の出力直流電圧を平滑化する直流平滑コンデンサ3と、前記直流平滑コンデンサ3から得られる直流電圧を任意の周波数と任意の交流電圧に変換する逆変換器4からなり、電動機5を駆動させ、負荷6に動力を伝える。

【0048】この変換装置の制御回路は、上記電動機の回転子位置および速度を検出する位置速度検出器11からの速度フィードバック信号と電動機5の速度基準から電動機のトルク基準を計算する速度制御部12と、速度フィードバック信号と速度制御部12の出力であるトルク基準とから負荷急増、負荷急減を検出する負荷急変検出回路45と、負荷急変検出回路45の出力と速度フィードバックとトルク基準とが入力され、負荷急変検出回路45の出力が負荷急変のときは所定の値を出力し、負荷急変検出回路45の出力が負荷急変でないときには速度フィードバックとトルク基準から逆変換器出力電力を計算し出力する逆変換器出力電力計算部51と、上記逆並列型サイリスタコンバータの出力電圧基準と上記直流平滑コンデンサ3の電圧を検出する電圧検出器15からの電圧フィードバック信号と上記逆変換器出力電力計算部51から出力される出力電力信号から逆並列型サイリスタコンバータ制御信号を出力する逆並列型サイリスタコンバータ制御部16と、上記トルク基準と上記位置速度検出器11から出力される位置フィードバック信号と上記逆変換器の出力に設けられた電流検出器17からの電流フィードバックと電動機5の磁束基準とから電動機5を駆動するのに必要な電圧と周波数を計算して上記逆変換器4を制御する逆変換器制御信号を出力する制御回路18とから構成される。

【0049】速度制御部12では、速度基準SP-Rと速度フィードバックSP-Fから比例器23と積分器24で比例積分(PI)制御してトルク基準T-R1を発生することによって電動機速度が制御される。速度フィードバックは、位置速度検出器11から得られる。位置速度検出器11は電動機の回転子位置を検出するレゾルバ25と回転子位置フィードバックを微分して速度を演算する位置速度検出部26とから成る。

【0050】負荷急変検出回路45では、図6に示すように、速度フィードバックの前回値との差分 $d\text{-SP-F}$ と、速度制御部12の出力であるトルク基準T-R1の前回値との差分 $d\text{-T-R}$ から負荷急増、負荷急減を検出し、その結果FLG-LOADを逆変換器出力電力計算部51に渡す。

【0051】逆変換器出力電力計算部51では、負荷急変が発生していないときは、速度フィードバックSP-Fとトルク基準T-R1との乗算によって出力電力POWERを計算して、サイリスタコンバータ制御部16に出力してい

14

る。

【0052】逆並列型サイリスタコンバータ装置2は、一般的に力行運転と回生運転の切り替えを行う際に無駄時間が発生するため、極端に電圧応答が悪くなる。負荷急変が発生した場合は、電動機5が力行状態から回生状態へ切り替わる場合が多いので、サイリスタコンバータ制御部16にいち早く、この変化を知らせる必要がある。したがって、負荷急変時には、上記出力電力POWERの計算を待たずに、以下に示す処理を行う。

【0053】FLG-LOAD=-1(負荷急増)：逆並列型サイリスタコンバータの最大出力電力の10%分をPOWERとして出力する。

FLG-LOAD=1(負荷急減)：逆並列型サイリスタコンバータの最大出力電力の-10%分をPOWERとして出力する。

【0054】逆変換器出力電力計算部51では、以上の処理の後で、速度フィードバックSP-Fとトルク基準T-R1との乗算を行い、この結果の絶対値が上記負荷急変時に設定した固定出力電力分(10%)よりも大きくなれば、以降の出力電力POWERを速度フィードバックSP-Fとトルク基準T-R1の乗算結果にして出力する。

【0055】サイリスタコンバータ制御部16は、電圧基準V-Rと直流平滑コンデンサ3の電圧を検出する電圧検出器15からの電圧フィードバックと逆変換器出力電力計算部51から出力される出力電力POWERとによって、逆並列型サイリスタコンバータを電圧制御するサイリスタコンバータ制御信号が出力される。すなわち、出力電圧基準V-Rと電圧フィードバック信号V-Fによって、比例積分制御が行われ、この出力に出力電力信号POWERが加算されることで、いち早く電圧制御を行うものである。

【0056】以上のように構成された第4の実施例によれば、以下のような作用効果が得られる。例えば、負荷6が急減した場合には先ず速度フィードバックSP-Fが増加する。この時の速度増加は、負荷急減前の負荷トルクが、実際の負荷が急減したことによって、電動機の加速トルクに代わってしまうために生じる。電動機速度が増加すると、速度制御部12によって、電動機速度を速度基準まで戻そうとしてトルク基準T-R1が正極性から負極性へと急減する。これは、電動機5が負荷急減を境にして、力行状態から回生状態に急変することを意味する。電動機5が回生状態になるので、回生エネルギーが直流平滑コンデンサ3を充電する。

【0057】このとき、逆並列型サイリスタコンバータ2も直ちに力行運転から回生運転に移行できれば何等問題は無いが、逆並列型サイリスタコンバータ2では、力行運転から回生運転に移行するまでには、無駄時間が必ず発生するために、移行に時間がかかる。この無駄時間を最小にするために、負荷急減を検出すると直ちに逆変換器出力電力計算部51では、出力電力計算に関係無

(9)

15

く、出力電力POWERを逆並列型サイリスタコンバータ2の最大出力電力の-10%に設定してサイリスタコンバータ制御部16に出力する。これにより、サイリスタコンバータ制御部16の出力は、いち早く力行状態から回生状態へ移行するため、直流過電圧になることが防止できる。

【0058】 負荷急増の場合にも、負荷急減の場合と同様の効果が得られる。以上のことから、本実施例によって、負荷急変時に発生する直流電圧変動を抑制することができる。

【0059】

【発明の効果】 本発明によれば、負荷急変時の電動機1の速度変動および直流電圧変動を抑制することができる。本発明の請求項1に記載の電力変換装置では、負荷急減を検出すると直ちに電動機トルク基準の上限値を零にし、負荷急増を検出すると直ちに電動機トルク基準の下限値を零にすることにより、負荷急変時に発生する電動機1の速度変動および直流電圧変動を抑制することができる。

【0060】 本発明の請求項2に記載の電力変換装置では、負荷急減または負荷急増を検出すると直ちに電動機速度制御部の積分値を零にクリアすることにより、負荷急変時に発生する電動機1の速度変動および直流電圧変動を抑制することができる。

【0061】 本発明の請求項3に記載の電力変換装置では、負荷急減を検出すると直ちにトルクレートの傾きを大きく設定することにより、負荷急減時に発生する電動機1の速度変動および直流電圧変動を抑制することができる。

【0062】 本発明の請求項4に記載の電力変換装置では、負荷急減を検出したときは逆変換器出力電力計算手段では負極性の固定電力値を出力電力信号として前記逆並列型サイリスタコンバータ制御部に出力して逆並列型サイリスタコンバータの出力直流電圧を低くすることで、負荷急減時に発生する電動機1の速度変動および直流電圧変動を抑制することができ、負荷急増を検出したときは逆変換器出力電力計算手段では正極性の固定電力値を出力電力信号として前記逆並列型サイリスタコンバータ制御部に出力して逆並列型サイリスタコンバータの出力直流電圧を高くすることで、負荷急増時に発生する電動機1の速度変動および直流電圧変動を抑制することができる。

【0063】 本発明の請求項5に記載の電力変換装置では、請求項1乃至4のいずれかに記載の電力変換装置の負荷急変検出回路を速度フィードバック信号の現在値と前回値との差分値が速度フィードバックの極性が正のときには所定値b以上でトルク基準の差分値の絶対値が所定値a以下のときに負荷急減とし、速度フィードバックの極性が負のときには所定値-b以下でトルク基準の差分値の絶対値が所定値a以下のときに負荷急増として検

16

出するようにして、負荷急増時に発生する電動機1の速度変動および直流電圧変動を抑制する。

【0064】 本発明の請求項6に記載の電力変換装置では、請求項1乃至4のいずれかに記載の電力変換装置の負荷急変検出回路を速度フィードバック信号の現在値と前回値との差分値が速度フィードバックの極性が正のときには所定値b以上で速度基準にフィルタ処理したときの速度フィードバック信号の現在値と前回値との差分値の絶対値が所定値a以下のときに負荷急減とし、速度フィードバックの極性が負のときには所定値-b以下で速度基準にフィルタ処理したときの速度フィードバック信号の現在値と前回値との差分値の絶対値が所定値a以下のときに負荷急増として検出するようにして、負荷急増時に発生する電動機1の速度変動および直流電圧変動を抑制する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例1の電力変換装置の概略構成を示すブロック図。

【図2】 本発明の実施例1の負荷急変検出回路の詳細を示す図。

【図3】 本発明の実施例1の負荷急変検出回路の検出原理を示す図。

【図4】 本発明の実施例2の電力変換装置の概略構成を示すブロック図。

【図5】 本発明の実施例2の負荷急変検出回路の詳細を示す図。

【図6】 本発明の実施例2の負荷急変検出回路の検出原理を示す図。

【図7】 本発明の実施例3の電力変換装置の概略構成を示すブロック図。

【図8】 本発明の実施例4の電力変換装置の概略構成を示すブロック図。

【図9】 本発明の実施例5の電力変換装置の概略構成を示すブロック図。

【図10】 従来の電力変換装置の制御方式の概略構成を示すブロック図。

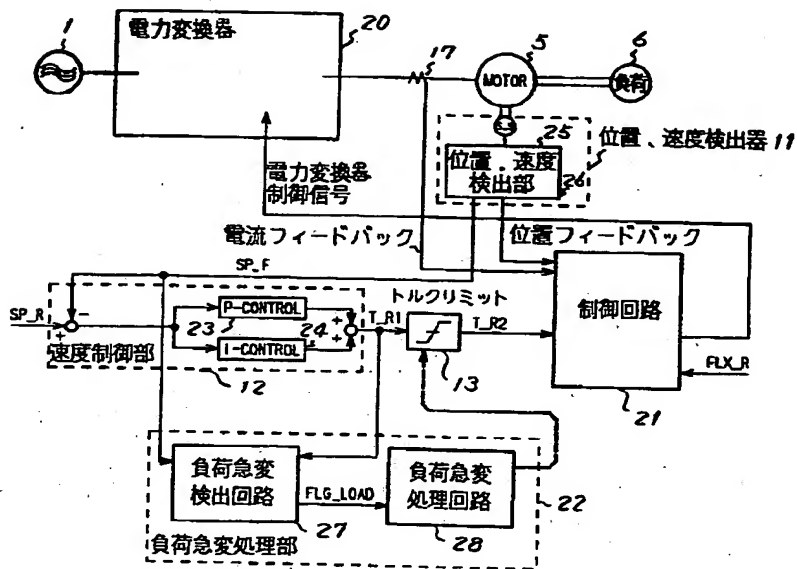
【符号の説明】

- 1・・・交流電源
- 2・・・逆並列型サイリスタコンバータ
- 3・・・直流平滑コンデンサ
- 4・・・逆変換器
- 5・・・電動機
- 6・・・負荷
- 11・・・位置速度検出器
- 12、31・・・速度制御部
- 13・・・トルクリミット
- 14、51・・・逆変換器出力電力計算部
- 16、42・・・サイリスタコンバータ制御部
- 18、21、32、43・・・制御回路
- 20・・・電力変換器

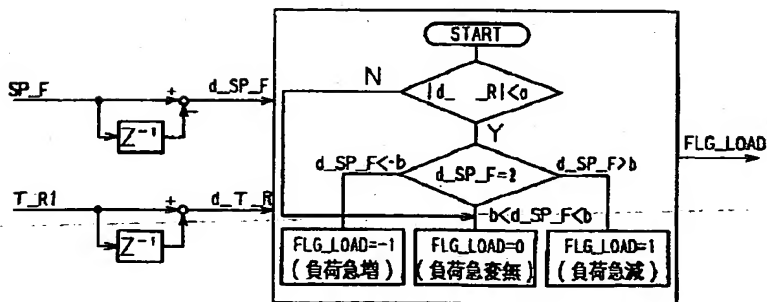
(10)

- 17 22、33、44・・・負荷急変処理部
 23、34・・・比例回路
 24、35・・・積分回路
- 18 27、36、45・・・負荷急変検出回路
 28、37、46・・・負荷急変処理回路
 41・・・トルクレイト

【図1】

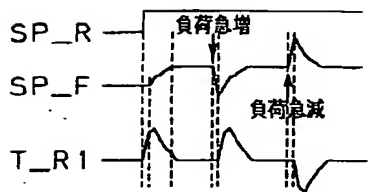


【図2】

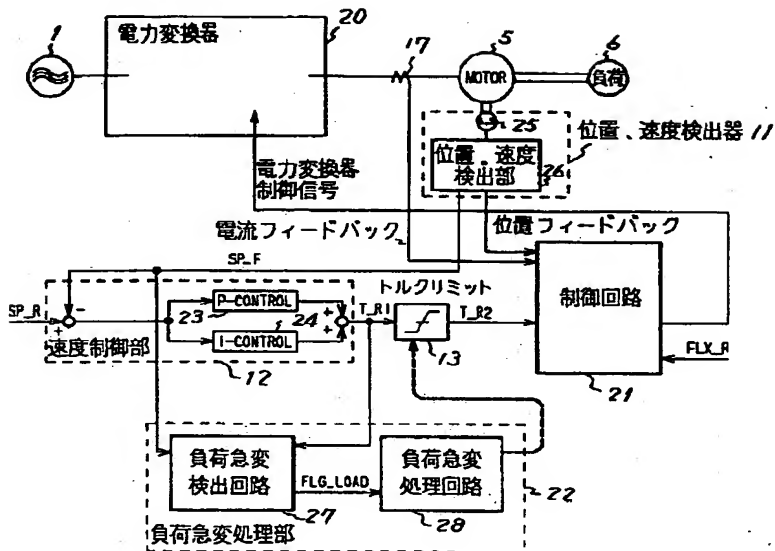


(11)

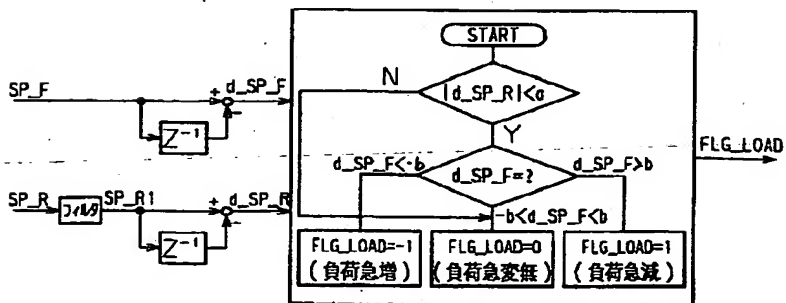
【図3】



【図4】

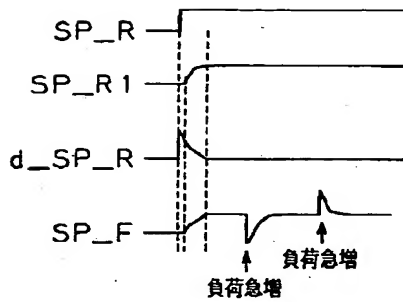


【図5】

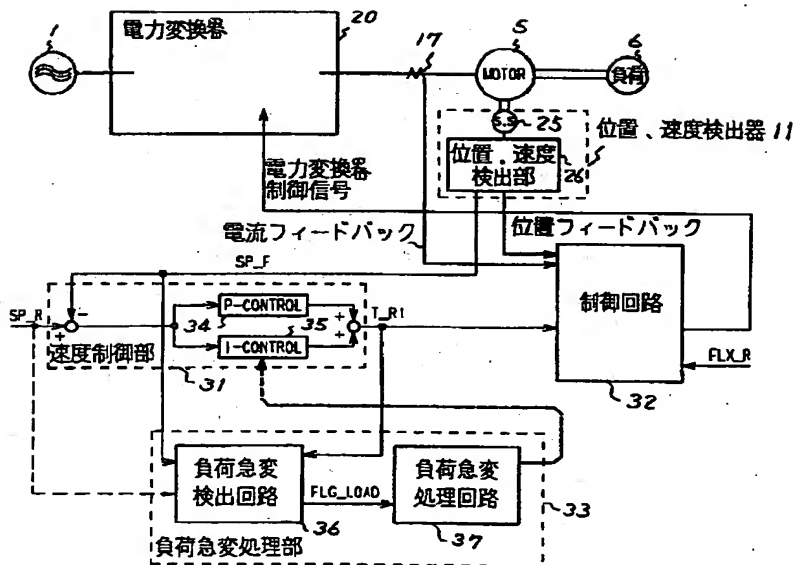


(12)

【図6】



【図7】

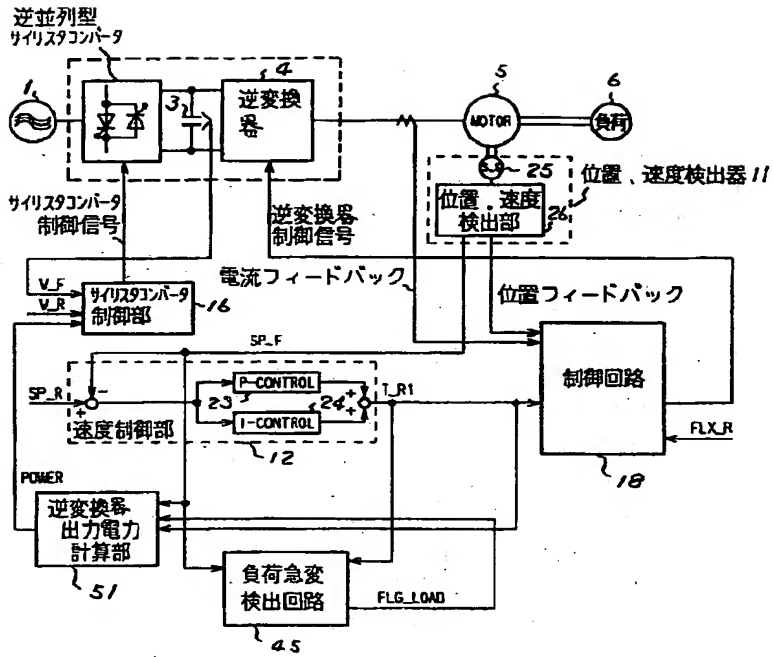


The diagram illustrates a closed-loop speed control system for a motor. The main components and their interconnections are as follows:

- Power Section (1-4):** A three-phase AC source (1) feeds a bridge rectifier (2). The rectifier output is filtered by a capacitor (3) and then fed into an inverter (4). The inverter's output is connected to a motor (5) through a switch (17). The motor is mechanically coupled to a load (6).
- Control Section (7-11):** A speed feedback loop is formed by a speed detector (7) and a speed feedback unit (8). The speed detector's output is compared with a reference speed (9) at a summing junction (10). The resulting error signal is fed into a speed controller (11).
- Current Feedback Section (12-14):** A current feedback loop is formed by a current detector (12) and a current feedback unit (13). The current detector's output is compared with a reference current (14) at a summing junction (15). The resulting error signal is fed into a current controller (16).
- Control Logic (17-20):** The output of the current controller (16) is fed into a logic unit (17), which also receives input from the speed feedback unit (8). The logic unit's output is fed into a torque limiter (18), which then feeds into a torque-to-current converter (19). The output of the converter (19) is fed into the inverter (4) as an inverter control signal.
- Load Change Handling (21-23):** A load change detector (21) monitors the load. Its output is fed into a load change detection circuit (22), which then feeds into a load change processing circuit (23). The output of the processing circuit (23) is fed into the logic unit (17).

(14)

【図9】



(15)

【図10】

